



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE
INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ A VYHOTOVENÍ TECHNICKÉ
DOKUMENTACE OBJEKTU KOSTELA
SURVEYING AND ELABORATION OF THE TECHNICAL DOCUMENTATION
OF THE CHURCH BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Anna Ferencová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ BUREŠ, Ph.D.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie a kartografie (N)
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Anna Ferencová
Název	Zaměření a vyhotovení technické dokumentace objektu kostela
Vedoucí práce	doc. Ing. Jiří Bureš, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] BÖHM J., RADOUCH V., HAMPACHER M. – Teorie chyb a vyrovnávací počet, GKP Praha, 1990
- [2] MICHALČÁK O., VOŠKA O., VESELÝ M., NOVÁK Z. – Inžinierska geodézia I, SNTL Praha 1985
- [3] MICHALČÁK O., VOŠKA O., VESELÝ M., NOVÁK Z. – Inžinierska geodézia II, ALFA Bratislava 1990, ISBN 80-05-00678-0
- [4] ŠVÁBENSKÝ O., VITULA A. - Inženýrská geodézie - návody do cvičení I., VUT v Brně, PC-DIR spol. s r.o., Brno 1993, ISBN 80-214-0499-X
- [5] TOMAN, J. - Technické kreslení podle ČSN a mezinárodních norem II. Montanex, 1995
- [6] Směrnice pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody. Ústřední správa geodézie a kartografie, 1966
- [7] ČSN související bezprostředně s řešenou problematikou

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zaměřte geodetickými metodami skutečný stav kostela v Banském na Slovensku. Zpracujte naměřená data. Posuďte dosaženou přesnost s ohledem na příslušnou legislativu a požadavky technických standardů. Vyhotovte technickou výkresovou dokumentaci. Zhodnoťte dosažené výsledky.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Jiří Bureš, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cieľom diplomovej práce je výkresová dokumentácia chrámu sv. Petra a Pavla v obci Banské. Úvodná časť je venovaná stručnému prehľadu o danej problematike. V práci je uvedený základný popis lokality a popísané jednotlivé kroky od meračských prác po spracovanie, vyhodnotenie a interpretáciu dosiahnutých výsledkov. Výsledná výkresová dokumentácia sa skladá z výkresu príľahlej situácie okolia, pôdorysných a zvislých rezov a pohľadov.

KLÍČOVÁ SLOVA

Výkresová dokumentácia, 3D model, MicroStation, Geostore

ABSTRACT

The subject of the diploma thesis is a elaboration technical documentation of St.Peter's and St. Paul's church in Banske. The first part of the documentation includes the basic overview and study background description. Further on, the subject site description is developed along with detailed description of each step related to the surveying, processing, assessment and interpretation of the collected data. Final set of drawings includes the Site plan of surrounding lots, top views, cross and longitudinal sections and elevations.

KEYWORDS

Elaboration of the technical documentation, 3D model, MicroStation, Geostore

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Anna Ferencová *Zaměření a vyhotovení technické dokumentace objektu kostela*. Brno, 2019. 43 s., 23 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Bureš, Ph.D.

PREHLÁSENIE:

Prehlasujem, že som diplomovú prácu spracovala samostatne a že som uviedla všetky použité zdroje.

V Brne dňa 20. 5. 2019

Bc. Anna Ferencová
autor práce

POĎAKOVANIE:

Rada by som poďakovala všetkým, ktorý ma behom môjho štúdia podporovali. Ďakujem vedúcemu diplomovej práce doc. Ing. Jiřímu Burešovi, Ph.D. za predané rady a skúsenosti, za jeho trpezlivosť a venový čas pri konzultáciách.

OBSAH

1.	ÚVOD.....	9
2.	Prehľad o súčasnom stave problematiky.....	10
2.1	Geodetické základy v Slovenskej republike.....	10
2.2	Metódy merania historických objektov	13
2.3	BIM vo výstavbe	14
3.	Zameranie a vyhotovenie technickej dokumentácie objektu kostola	16
3.1	Základné údaje o lokalite	16
3.2	Prípravné práce	17
3.3	Terénne práce	18
3.3.1	Použité prístrojové vybavenie	18
3.3.2	Vybudovanie podrobnej meračskej siete.....	19
3.3.3	Naväznosť do záväzných geodetických referenčných systémov.....	20
3.3.4	Podrobné meranie	22
3.4	Spracovanie nameraných dát.....	25
3.4.1	Výpočet meračskej siete a zhodnotenie dosiahnutej presnosti	25
3.4.2	Výpočet podrobných bodov a zhodnotenie dosiahnutej presnosti.....	28
3.4.3	Dátový model	30
3.4.4	Vyhotovenie situácie	31
3.4.5	Vyhotovenie 3D modelu objektu	33
3.4.6	Vyhotovenie výkresovej dokumentácie	35
4.	Zhodnotenie	37
5.	Záver.....	38
	Zoznam použitých zdrojov	39
	Zoznam použitých skratiek.....	40
	Zoznam obrázkov a tabuliek	41
	Zoznam príloh	43

1. ÚVOD

Cieľom diplomovej práce je technická dokumentácia chrámu sv. Petra a Pavla v obci Banské, ktorá sa nachádza vo Vranovskom okrese v Slovenskej republike.

Výkresová dokumentácia je jednou zo základných dokumentácií, ktoré sa v inžinierskej geodézii vyskytujú. Buď sa jedná o úplnú alebo zjednodušenú dokumentáciu (pasport). Každý majiteľ stavby je povinný dokumentáciu uchovávať po celý čas užívania. Po zmene vlastníctva ju predá novému vlastníkovi, alebo pri odstránení ju odovzdá stavebnému úradu. Výkresová dokumentácia sa skladá zo súboru pôdorysov, rezov, pohľadov, ktoré odpovedajú platným normám.

Súčasťou práce je zameranie a vyhotovenie príľahlej situácie okolia, ktorá zachytáva povrchové znaky inžinierskych sietí, rozhranie povrchov a kultúr a terénne tvary a ďalšie prvky polohopisu a výškopisu.

Hlavným výstupom práce je stavebná výkresová dokumentácia, ktorá sa vyhotoví na základe 3D modelu objektu kostola, z ktorého je možné efektívne vytvárať 2D výstupy, prípadne vizualizácie.

Diplomová práca je členená do niekoľkých kapitol, v ktorých je opísaný postup meračských prác až po spracovanie nameraných dát, interpretáciu výsledkov až ku grafickým výstupom.

2. Prehľad o súčasnom stave problematiky

Zameranie stávajúcich stavebných objektov slúži k doplneniu súčasnej, alebo k vyhotoveniu novej meračskej dokumentácie skutočného stavu. Vyhotovenie dokumentácie je potrebné, ako podklad pre projektovú dokumentáciu stavebných úprav a u historických objektov sa vyhotovuje aj z dôvodu archivácie. U historických objektov sa vyhotovujú pôdorysy, rezy, ortogonálne pohľady a súčasťou je polohopis a výškopis najbližšieho priľahlého okolia meraného objektu, alebo celého areálu.

Pri zamerávaní stavebných objektov je potrebné pracovať s údajmi katastra nehnuteľností, predovšetkým s informáciami o právnych vzťahoch, polohovom a geometrickom určení nehnuteľnosti. Grafickým zobrazením je katastrálna mapa, ktorá eviduje dva typy parciel Parcela registra C a registra E. Parcela registra C je pozemok, ktorý je zobrazený v katastrálnej mape a v teréne je od ostatných pozemkov oddelený viditeľnou hranicou. Parcela registra E je pozemok, kde sa hranice v teréne nezachovali nie sú viditeľné. Sú to parcely, ktoré boli zapísané v pozemkovej knihe a zakreslené v mapách pozemkového katastra.

2.1 Geodetické základy v Slovenskej republike

Platná legislatíva:

- zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení čl. I zákona č. 423/2003 Z. z., zákona č. 346/2007 Z. z., čl. I zákona č. 600/2008 Z. z., čl. VIII zákona č. 204/2011 Z. z. a čl. XII zákona č. 180/2013 Z. z. v platnom znení
- vyhláška Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov v znení vyhlášky č. 75/2011 Z. z. a vyhlášky č. 26/2014 Z. z. v platnom znení

Cit. [1]: „*Geodetické základy predstavujú referenčný podklad na jednoznačnú priestorovú a časovo určenú lokalizáciu priestorových a fyzikálnych informácií v geodetických referenčných systémoch s predpísanou presnosťou.*“

Štátne špecializované geodetické siete

Pôvodné geodetické základy reprezentovalo Základné bodové pole (ZBP), ktoré bolo členené na Základné polohové bodové pole (ZPBP), Základné výškové bodové pole (ZVBP) a Základné tiažové bodové pole (ZTBP). [1]

Po vzniku Slovenskej republiky v roku 1993 sa vytvorili nové špecializované štátne geodetické siete. Jednalo sa o Štátnu trigonometickú sieť, ktorá predstavuje vybrané body ZPBP, Štátnu nivelačnú sieť, ktorá obsahuje vybrané body zo ZVBP a Štátnu gravimetrickú sieť, ktorá zahŕňa vybrané body ZTBP. Novú skupinu bodov tvorí Štátna priestorová sieť, ktorá predstavuje priestorové súradnice v realizácii Európskeho terestrického referenčného systému 1989 (ETRS89). [1]

Geodetické referenčné systémy

Jedná sa o súradnicový referenčný systém alebo gravimetrický referenčný systém, ktorý je záväzný na území Slovenskej republiky. Záväznými referenčnými systémami na území Slovenskej republiky sú:

- Európsky terestrický systém 1989
- Súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
- Baltský výškový systém po vyrovnaní
- Európsky vertikálny referenčný systém
- Gravimetrický systém [2]

S geodetickým referenčným systémom súvisí pojem realizácia. Realizáciou geodetického referenčného systému sa rozumie Cit. [2]: „*Realizácia ľubovoľného geodetického referenčného systému predstavuje určenie požadovaných parametrov, ako sú súradnice, výšky alebo tiažové zrýchlenia v zmysle definície systému, ktoré sa vzťahujú na fyzické body stabilizované na zemskom povrchu pre konkrétny (definovaný) okamih*“.

Pre systém S-JTSK sú definované 2 realizácie, a to realizácia **JTSK** a **JTSK03**. Rozdiel je v definovaní súboru rovinných súradníc, kde JTSK využíva body Štátnej trigonometrickej siete a kde JTSK03 využíva body Štátnej priestorovej siete. Pre vyhotovenie a preberanie geodetických a kartografických činností je záväzná realizácia JTSK, kde výsledky je možné zobrazovať a prepájať s informačným systémom geodézie a kartografie a s informačným systémom katastra nehnuteľností. Realizácia JTSK03 sa hlavne využíva k transformáciám z geodetického referenčného systému ETRS89 do systému S-JTSK (JTSK). [2]

Medzi referenčnými systémami existujú matematické vzťahy, ktoré zabezpečujú prevod súradníc z jedného systému do druhého. Tento proces nazývame transformáciou. Parametre transformácie, ktoré vstupujú do výpočtov možno odvodiť empiricky na základe identických bodov. Presnosť transformácie sa odvíja od kvality, počtu a rozmiestnenia identických bodov. [2]

Transformácia súradníc bodov medzi systémom ETRS89 ↔ S-JTSK využíva globálny transformačný kľúč, ktorý je platný pre celé územie Slovenska. Bol určený na základe 684-och identických bodov Štátnej priestorovej a trigonometrickej siete.[2]

Transformácia medzi systémom ETRS89-h ↔ Bpv využíva výškový model DVMR05, ktorý vznikol spresnením kvazigeoidu GMSQ3B. Presnosť DVMR05 je na úrovni technickej nivelácie. [2]

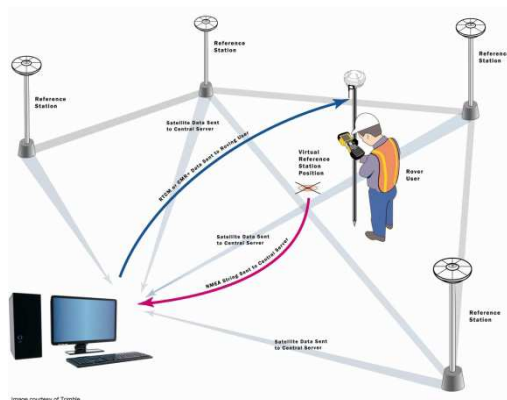
SKPOS ponúka 3 základné varianty služieb SKPOS_dm, SKPOS_cm, SKPOS_mm, ktoré sa od seba líšia presnosťou a formátom poskytovaných údajov. [4]

Metódy merania GNSS

Najpoužívanejšími metódami sú v bežnej praxi metóda RTK a metóda RTN.

Metóda RTK pozostáva z jedného referenčného nepohybujúceho sa prijímača, ktorý nazývame báza a druhého pohybujúceho sa prijímača, ktorý nazývame rover. Nedostatkom metódy je, že s narastajúcou vzdialenosťou rovera od bázy klesá presnosť. [4]

Metóda RTN využíva sieť referenčných staníc, pomocou ktorých je generované sieťové riešenie. SKPOS poskytuje pre metódu RTN korekcie v koncepte VRS (virtuálna referenčná stanica). Virtuálnou referenčnou stanicou je myslená fiktívna stanica, pre ktorú sú generované korekcie v blízkosti miesta rovera. [4]



Obr. 2.3 Princíp metódy RTN [geoportal.sk]

2.2 Metódy merania historických objektov

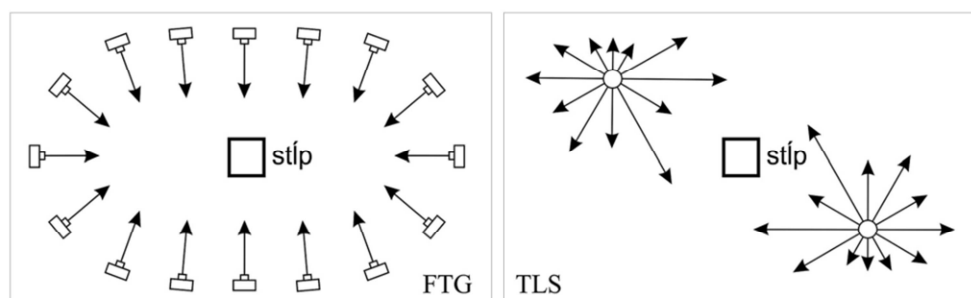
Historické objekty majú nepravidelný pôdorys a detaily (tvary miestností, hrúbka muriva, oblúky, klenby). Nepravidelnosti v rozmeroch nie sú spôsobené nedokonalosťou meračských prác, ale sú spôsobené chybami pri realizácii stavebných prác.

Najbežnejšou metódou pre zamerávanie historických objektov je polárna metóda. S využitím totálnych staníc meráme smery a dĺžky registrujeme do pamäti prístroja. Na neprístupné body meráme dĺžky s využitím pasívneho odrazu. Polárne sa zamerajú rohy budov a miestností, hrany a lomy muriva, hrany okien, dverí výklenkov, prieniky klenieb a ďalšie dôležité prvky. Umožňuje zachytiť nepravidelné tvary miestností. Ďalšou doplnkovou metódou je ortogonálna metóda.

Pred začatím meračských prác, je vhodná konzultácia s architektom a ďalšími profesiami, ktoré budú z výsledku vychádzať. Pri meraní je nutné vhodne voliť významné prvky stavby, z dôvodu časovej náročnosti tejto metódy. Časová náročnosť merania narastá so zložitosťou objektu, predovšetkým u historických objektov, u ktorých je predpoklad nepravoúhlosti a nepravidelnosti konštrukcií. Pri náročnejších, zložitejších stavbách, ako sú historické budovy, dochádza k opakovaným výjazdom na lokalitu, čo má vplyv na zvyšovanie finančných a časových nákladov. [5]

V súčasnosti trh s modernými technológiami sa stále vyvíja a napreduje. Nové moderné meracie systémy pracujú s automatizovaným zberom dát v teréne, hovoríme o neselektívnych metódach napr. terestrické laserové skenovanie (TLS) alebo digitálna fotogrametria. Tieto technológie majú svoje výhody a nevýhody, sú použiteľné len v niektorých oblastiach a za vhodných podmienok.

Technológia TLS je metódou bezkontaktného určovania priestorových súradníc. Súradnice sú určené na princípe polárnej priestorovej metódy. Prístroj (skener), využíva k meraniu priestorovej vzdialenosti pulzný laser. Dôležitým predpokladom je dobrá odrazivosť objektu. Problémy sa môžu vyskytovať pri objektoch pokryté sklom, čiernym povrchom alebo ak sa jedná o vodu. Skenuje sa v uhlových krokoch, čím sa vytvára bodová mriežka, ktorá kopíruje tvar skenovaného predmetu a hovoríme o tzv. mračne bodov. Presnosť je na postačujúcej úrovni, avšak závisí od vzdialenosti (skener - objekt), odrazivosti objektu, a na nastavení uhlového kroku. Je možné dosiahnuť presnosť 2 až 5 mm na 10 m. Nevýhodou metódy sú prekryty, čím sa nám zväčšuje počet stanovísk a tým aj množstvo zameraných bodov, kde dochádza k duplicitě. Na trhu sú dostupné rôzne typy skenovacích systémov, avšak veľkú rolu hraje finančná stránka.[5]



Obr. 2.4 Fotogrametria (FTG) terestrické laserové skenovanie (TLS) [5]

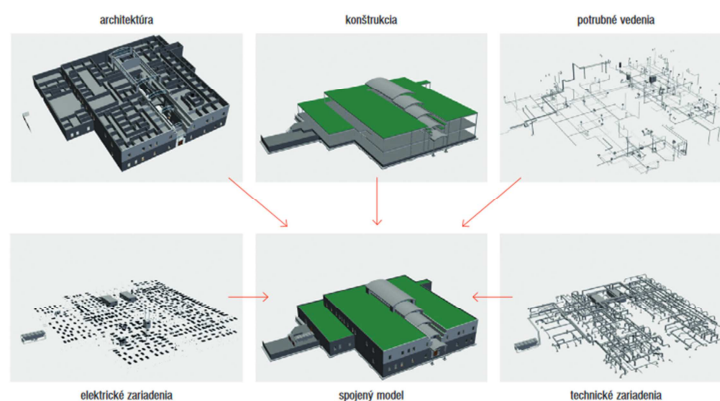
Digitálna fotogrametria je dostupnejšia širšej verejnosti. Na vytvorenie snímok je postačujúca zrkadlovka nižšej alebo strednej kvality. Fotogrametrické softvéry sprostredkujú plne automatizovanú tvorbu 3D modelov. Výhodou týchto softvérov je neprítomnosť procesu kalibrácie kamery. Prebieha tzv. súbežná kalibrácia priamo na snímkach objektu. Významné fotogrametrické softvéry dostupné na trhu PhotoModeler Scanner, Reality Capture a ďalšie iné. Pri zbere dát s využitím fotogrametrie sme relatívne voľný v umiestnení stanoviska kamery, avšak charakteristický bod musí byť viditeľný minimálne na dvoch snímkach. Z časového hľadiska výrazne vhodnejšia metóda s porovnaním s klasickým geodetickým zameraním alebo s terestrickým laserovým skenovaním. [5]

2.3 BIM vo výstavbe

Zmeny v narastajúcej sa silnej výpočtovej technike a v grafických systémoch sa prejavujú na požiadavkách vytvárať a pracovať viac s trojrozmerným priestorom.

Informačný model budovy BIM (Building Information Modelling alebo Building Information Management) je súbor procesov informačného modelovania. Celoživotný proces stavby od prvotného návrhu, projektovania, realizácie, údržby a správy až k

odstránení stavby. Termín BIM nemusíme priradzovať výlučne k budovám, ale jedná sa o kompletný stavebný proces každej stavby. BIM sa skladá z jednotlivých modelov, ktoré sú vytvorené od inžinierskych profesií, ktoré sa podieľajú na realizácii stavby viz Obr. 2.5. Obsahuje súbor grafických a negrafických dát (informácií), dokumentov, ktoré sa týkajú stavebného objektu. Aby bolo možné si predávať jednotlivé modely je stanovený hlavný výmenný formát IFC.[6][7]



Obr. 2.5 Rôzne súčasti BIM modelu[7]

Výhodou zavedenia modelu BIM je zvýšenie efektivity riadania, výstavby a správy. Priestorový 3D model vedie k odhaleniu chýb, kde sa predchádza zvyšovaniu finančných nákladov stavby a časovým strátam.[6]

Geodetické aplikácie v BIM

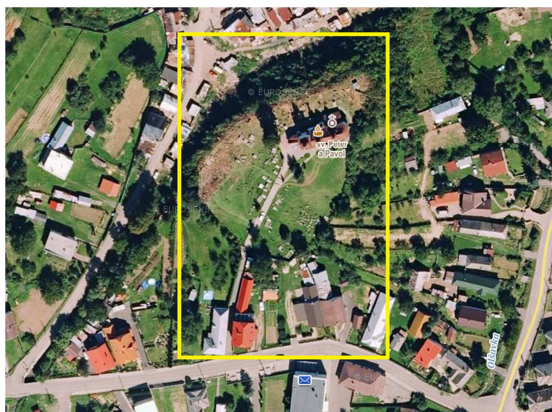
Pojem BIM nemusíme spájať iba s výstavbou nových stavieb, v súčasnej dobe vznikajú požiadavky aj na modely stávajúcich budov, ktoré môžu slúžiť ako podklad pre prípadnú rekonštrukciu alebo pre správu a údržbu objektu. Dalo by sa hovoriť o bežnom pasporte, však výsledky už nebudú klasické 2D výstupy (súbor pôdorysov, rezov), ale 3D model.

Pri vytyčovaní stavieb je výrazne lepším podkladom BIM model, ktorý je kontrolovaný rôznymi analýzami, detekciami kolízií. Model zaručuje určitú istotu oproti 2D výkresom, ktoré často obsahujú množstvo chýb a nedokonalostí. [6]

3. Zameranie a vyhotovenie technickej dokumentácie objektu kostola

3.1 Základné údaje o lokalite

Predmetom vyhotovenia výkresovej dokumentácie je pamiatková budova chrám sv. Petra a Pavla v obci Banské, ktorého súčasťou je okolitý cintorín. Obec Banské sa nachádza v Prešovskom kraji v okrese Vranov nad Topľou, v katastrálnom území Banské.



Obr. 3.1 Predmet merania [podklad: mapy.cz (vľavo), zbgis.sk (vpravo)]

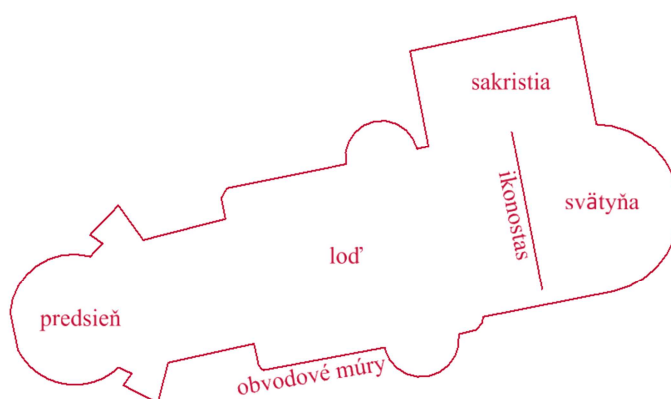
Chrám je zapísaný v katastri nehnuteľností ako Parcela registra C pod parcelným číslom 1 a s druhom pozemku zastavená plocha a nádvorie. Príslušný cintorín je taktiež Parcela registra C pod parcelným číslom 2 s druhom pozemku ostatná plocha. Vlastníkom obidvoch parciel je Gréckokatolícka cirkev, farnosť Banské. Prístupová cesta, s parcelným číslom 8, ktorá vedie od hlavnej komunikácie nepatrí do vlastníctva Gréckokatolíckej cirkvi farnosti Banské, ani k parcele nie je viazaný žiaden právny vzťah.



Obr. 3.2 Chrám pred a po rekonštrukcii [autor]

Historické pramene dokazujú, že bol postavený kamenný chrám v neskorom barokovom slohu najneskôr v 80 rokoch 18. storočia namiesto dreveného kostola. Najväčší zásah do pôvodnej stavby nastal roku 2001, kde došlo k prehĺbeniu vnútorného jadra o 1 m a predĺženie vchodu o 4 m. Pôvodný chór bol odstránený a pristavila sa sakristia. Táto rekonštrukcia smerovala hlavne k zväčšeniu vnútorného priestoru. [8]

Z priestorového hľadiska je chrám rozčlenený na 3 hlavné časti: predsieň, loď a svätyňa. Súčasťou je chór, ktorý je vyvýšený a sakristia, ktorá je umiestnená bočne od svätyne. Charakteristickým znakom gréckokatolíckych chrámov je prítomnosť ikonostasu, ktorý oddeľuje loď od svätyne. [8]



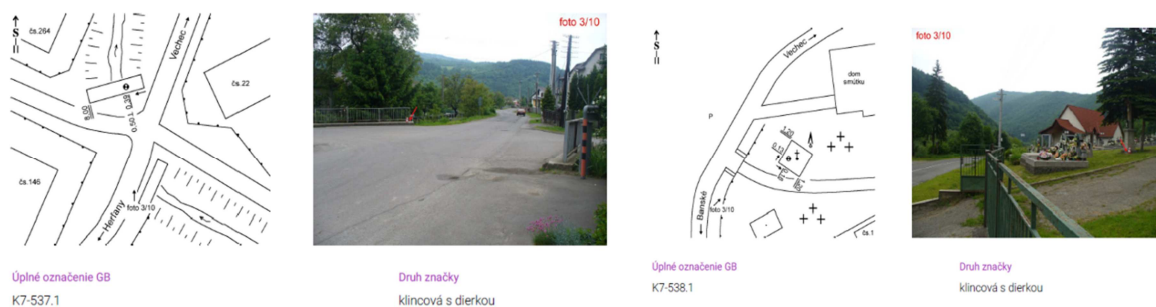
Obr. 3.3 Rozmiestnenie priestoru chrámu [autor]

3.2 Prípravné práce

Pred zahájením merania boli preskúvané možnosti naviazania do záväzných geodetických referenčných systémov, na podklade geodetických základov.

Pre získanie informácií bola využitá webová aplikácia, Mapový klient ZBGIS, ktorá umožňuje rýchlu interaktívnu prácu s geodetickými základmi, digitálnymi údajmi katastra nehnuteľností, registrom adries, registrom pôdy LPIS a ďalšími. [9]

V blízkosti lokality boli nájdené 3 body (K7-536, K7-538.1, K7-537.1) Štátnej nivelačnej siete 2. rádu, s maximálnou odchýlkou $\rho = 2,25 * \sqrt{R}$. Tieto body boli stabilizované klincovou značkou s dierkou. Pri rekognoskácii bolo zistené, že bod K7-536 bol poškodený stavebnou činnosťou. Na napojenie do systému Bpv, boli použité body K7-538.1 a K7-537.1. V blízkom okolí sa nenachádzali polohové body.



Obr. 3.4 Geodetické údaje vľavo K7-537.1 vpravo K7-538.1 [podklad zbgis.sk]


3.3 Terénne práce

Zber dát v teréne prebiehal v letných mesiacoch v 2 fázach od 2.7. - 5.7.2018 a 10.8 - 17.8.2018. V prvom temíne bola vytvorená meračská sieť, a zmapované príslušné okolie cintorína, až k napojeniu prístupovej cesty na hlavnú komunikáciu. V druhej etape prebehlo podrobné meranie objektu z vonkajšej a vnútornej strany, a taktiež boli vykonané kontroly predchádzajúcich meraní. Pri terénnych prácach bola naviazaná spolupráca s geodetom Petrom Petrikom, ktorý pre účely naviazania do geodetických referenčných systémov poskytol GNSS aparatúru a potrebné výstupy.

3.3.1 Použité prístrojové vybavenie

Prístrojové vybavenie bolo vypožičané z ústavu geodézie VUT FAST. Základným prístrojovým vybavením bola totálna stanica Trimble M3 (v.č. D036272) s príslušenstvom (hranol na vytyčke, statív). Malá veľkosť a nízka hmotnosť prístroja bola výhodou pri meraní v stiesnených priestoroch a častom presune medzi meračskými stanoviskami. Trimble M3 disponuje softvérom Trimble Access. Užívateľské rozhranie je jednoduché na ovládanie a má možnosť definície kódov do tabuľky, čo malo pozitívny vplyv na dobu merania. Súčasťou je optický centrovač a dvojosí kompenzátor. Zjednodušené technické parametre sú uvedené v Tab. 3.1.

Technické parametre TRIMBLE M3	
Uhlová presnosť (vodorovná a zenitová)	2 ''
Dĺžková presnosť	
hranolový mód	$\pm (2+2 \cdot D \text{ ppm}) \text{ mm}$
bezhranolový mód	$\pm (3+2 \cdot D \text{ ppm}) \text{ mm}$



Tab. 3.1 Technické parametre Trimble M3

Ďalej boli využité trojpodstavcové súpravy SECO (Trimble), disto (Bosh), pásmo (BMI 30m). Pri technickej nivelácii bol použitý nivelačný prístroj SOKKIA C41 (v.č. 062802) s príslušenstvom (nivelačná lať, nivelačná podložka, nivelačný statív).

Pri metóde GNSS bola zapožičaná GNSS aparatúra FOIF A20 od súkromného geodeta Petra Petrika. Anténa aparatúry prijíma signály vysielané družicami GPS a GLONASS.

3.3.2 Vybudovanie podrobnej meračskej siete

Pred meraním bola zahájená rekognoskácia, kde bolo podrobnejšie preskúmané okolie a samotný objekt. Od toho sa odvíjalo rozmiestnenie a stabilizácia jednotlivých bodov meračskej siete. Bolo potrebné vhodne umiestniť body tak, aby bolo možné prepojiť vonkajšiu sieť s objektovou sieťou vo vnútri. Preto niektoré body boli zvolené pred otvormi okien alebo dverí. Ostatné body boli rozmiestnené v okolí celého objektu na základe viditeľnosti a konfigurácie siete. Body v objektovej sieti boli napojené na vonkajšiu meračskú sieť. Objekt má niekoľko miestností, preto boli body objektovej siete rozmiestnené tak, aby bolo možné zachytiť všetky charakteristické prvky stavby. Cieľom bol vytvoriť pevný a dobrý základ počas celej doby merania.

Stabilizácia

Boli zvolené rôzne druhy stabilizácie. Pomocné meračské body v okolí objektu chrámu boli stabilizované na základe druhu povrchu. Väčšinou šlo o nespevnený povrch, kde body boli stabilizované dreveným kolíkom s vytesaným krížikom v strede. Do spevneného povrchu boli použité meračské klince. Vo vnútri chrámu boli použité štítky s krížikom, ktoré boli nalepené na dlažbe.

Celkovo bolo zrealizovaných 18 bodov meračskej siete. Prehľadný náčrt meračskej siete je súčasťou príloh tejto diplomovej práce viz Príloha č.1. Tieto body boli zrealizované iba dočasne pre dobu merania, preto nie sú geodetické údaje bodoch pomocnej meračskej siete súčasťou práce. Po dohovore so správcom objektu, budú po dokončení prác body meračskej siete odstránené.



Obr. 3.5 Stabilizácia meračským klincom

Použité metódy

Polygónový ťah

Metoda používaná pre budovanie meračských sietí. Meranými veličinami sú šikmé dĺžky a smery na vrcholových bodoch ťahu. Poznáme niekoľko typov polygónových ťahov v závislosti na pripojení a orientácií na dané body. Medzi najpoužívanéjšie typy ťahov

patrí obojstranne orientovaný a pripojený, jednostranne pripojený a orientovaný (voľný), obojstranne pripojený neorientovaný (votknutý) a uzavretý polygónový ťah.

Hlavná meračská sieť sa skladá z vonkajšej siete a objektovej siete. Obidve siete boli vytvorené metódou polygónového ťahu. Hlavný polygón okolo objektu tvorili body 4003, 4004, 4005, 4007, 4008, 4009, 4011, ktoré boli vytvorené metódou uzavretého polygónového ťahu. Polygón vedený v objekte bol naviazaný na body 4005 a 4011 obojstranne pripojeným a orientovaným polygónovým ťahom, ktorým boli určené body 4013, 4015, 4016, 4017. Verikálne uhly a vodorovné smery boli merané v skupinách a dĺžky obojsmerne. Po celú dobu merania bola využitá trojpodstavcová súprava. Registrované boli šikmé dĺžky, horizontálne smery, vertikálne uhly, výšky stanovísk a výšky cieľov.

Rajón

Meračská sieť bola rozšírená o ďalšie meračské stanoviská, z dôvodu nedostatočného pokrytia pre podrobné meranie. K vytvoreniu týchto bodov bola použitá metóda rajónu. Vonkajšia sieť bola doplnená o body 4001, 4002, 4006 a 4023. Objektová sieť bola doplnená o body 4013, 4014, 4018, 4019 a 4020.

Trigonometické určenie výšok

Súčasne s meraním polygónového ťahu a rajónu, boli určované výšky pomocných meračských bodov s využitím trigonometrického merania prevýšenia.

3.3.3 Naväznosť do záväzných geodetických referenčných systémov

Podľa vyhlášky č. 300/2009 Úradu geodézie, kartografie a katastra, ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov hovoríme o polohovom systéme Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK) a Baltskom výškovom systéme (Bpv).

Použité metódy pri polohovom naviazaní

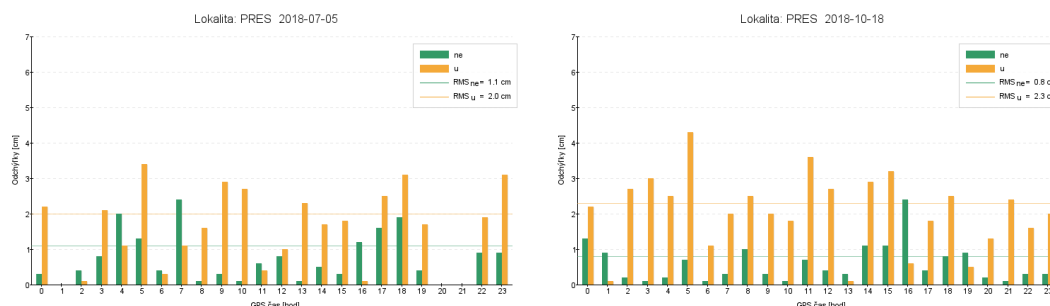
Metóda GNSS

Keďže v blízkom okolí sa nenachádzal žiaden polohový bod, bola zvolená metóda GNSS. Pre účely diplomovej práce bola využitá služba SKPOS_cm, ktorou je možné dosiahnuť presnosť 2 až 4 cm v závislosti od podmienok merania. Pri meraní bola využitá metóda RTN, ktorá využíva sieť referenčných staníc, pomocou ktorých je generované sieťové riešenie. Pre metódu RTN je poskytovaná varianta VRS (virtuálna referenčná stanica).

Touto metódou bolo určených 6 bodov (4001, 4002, 4003, 4004, 4005, 4008). Merané boli 2x nezávisle (5.7.2018 a 18.10.2018) s odstupom času, výsledné hodnoty merania a ich rozdiely vis Tab. 3.2. Výnimkou bol bod 4008, ktorý bol meraný iba raz, pretože bol zničený stavebnou činnosťou. Meranie prebehlo za pomoci Petra Petríka, ktorý aj vykonal toto meranie. Dĺžka observácie na jednotlivých bodoch bola 120 sekúnd, s

intervalom odčítania 1 sekunda. Následne boli predané výsledné súradnice v systéme S-JTSK.

SKPOS ponúka možnosť kontoly kvality sieťového riešenia pre svojich užívateľov, pomocou webovej aplikácie monitoringskpos.gku.sk. Kvalita sieťového riešenia v dňoch merania dosahovala priemerné hodnoty $RMS_{ne} = 1$ cm a $RMS_u = 2,2$ cm.



Obr. 3.6 Monitoring kvality sieťového riešenia
[podklad: monitoringskpos.gku.sk]

číslo bodu	1.meranie 5.7.2018			2.meranie 18.10.2018			Rozdiel 1. a 2. meranie		
	Y[m]	X[m]	H[m]	Y[m]	X[m]	H[m]	ΔY [mm]	ΔX [mm]	ΔH [mm]
4001	239201.376	1228544.878	329.029	239201.360	1228544.884	328.998	16	-6	31
4002	239121.575	1228530.204	330.592	239121.564	1228530.217	330.564	11	-13	28
4003	239107.980	1228471.583	330.251	239108.007	1228471.637	330.255	-27	-54	-4
4004	239059.643	1228449.474	332.195	239059.650	1228449.482	332.188	-7	-8	7
4005	239119.702	1228427.658	333.462	239119.701	1228427.675	333.433	1	-17	29
4008	239044.126	1228396.759	338.574	---	---	---	---	---	---

Tab. 3.2 Porovnanie súradníc z dvojitého merania

Súradnicové rozdiely medzi prvým a druhým meraním sa pohybovali v rozmedzí od 1 mm až 54 mm. Priemerné hodnoty rozdielov medzi prvým a druhým meraním dosahovali hodnoty $\Delta X = 19,6$ mm a $\Delta Y = 12,4$ mm. Maximálne súradnicové rozdiely $\Delta X = -54$ mm a $\Delta Y = 27$ mm boli zaznamenané na bode 4003. Rozdiely medzi dvakrát určenými súradnicami na bode 4003 sú nepriaznivo ovplyvnené okolitým porastom.

Použité metódy pri výškovom naviazaní

Technická nivelácia

Pre výškové pripojenie meranej lokality bola použitá metóda technickej nivelácie. Pred a po meraní bola vykonaná skúška nivelačného prístroja, kde bola zistená odchýlka 1 mm na 20 m. Na základe skúšky nivelačného prístroja bolo zistené, že prístroj vyhovuje požiadavkám metódy technickej nivelácie.

V blízkosti sa nachádzali dva výškové body K7-538.1 = 321,008 m a K7-537.1 = 332,726 m. Tieto body boli overené na princípe technickej nivelácie. Bol vedený obojsmerný nivelačný ťah. Namerané hodnoty sú uvedené v Tab. 3.3.

K7- 537.1 - K7- 538.1		K7- 538.1 - K7-537.1	
ΔH	-11,718 m	ΔH	11,718 m
h	-11,733 m	h	11,734 m
u_h	0,015 m	u_h	-0,016 m
$u_h = \pm 0,016 \text{ m}$		$\delta_h = 0,025 \text{ m}$	

ΔH	skutočné prevýšenie
h	namerané prevýšenie
δ_h	medzná hodnota

Tab. 3.3 Overenie výškových bodov

Výšková odchýlka dosahovala $u_h = \pm 16 \text{ mm}$ medzná hodnota $\delta_h = 25 \text{ mm}$, podľa vzťahu:

$$\delta_h = 40 * \sqrt{r}, \quad r = \text{dĺžka nivelačného ťahu} \quad (3.1)$$

Uzavretým nivelačným ťahom metódou technickej nivelácie z bodu K7- 537.1 boli určené výšky bodov 4002, 4003, 4006 vis Tab. 3.4. Výškový uzáver v nivelačnom ťahu $u_h = 0 \text{ mm}$.

č.b.	H [m]
4002	330,544
4003	330,206
4006	337,650

Tab. 3.4 Určené výšky bodov v systéme Bpv

3.3.4 Podrobné meranie

Súradnice a výšky podrobných bodov boli určené hlavne polárnou priestorovou metódou. Ďalšími doplňujúcimi metódami boli metóda konštrukčných mier a metóda kontrolných omerných mier.

Pred meraním bola v prístroji nastavená aktuálna teplota a tlak vzduchu. Mierkový faktor v totálnej stanici bol nastavený na hodnotu 1. Merané veličiny boli registrované do pamäti totálnej stanice, z ktorej boli exportované aj s atmosferickými korekciami vo formáte asc.

Podrobné meranie situácie

Predmetom mapovania bol polohopis a výškopis príľahlého okolia chrámu sv. Petra a Pavla. Rozsah mapovania bol definovaný oplotením a napojením na hlavnú komunikáciu. Meranými prvkami polohopisu a výškopisu boli spevnené plochy, rozhrania

povrchov, rozhrania kultúr, povrchové znaky inžinierskych sietí, obvody budov, samostatne stojace stromy, ploty, terénne tvary a ďalšie prvky polohopisu.

Pri meraní rohov budov, bolo využité bezhranolového módu merania dĺžok a uhlového odsadenia. Zameraných bolo 578 podrobných bodov, číslovaných od čísla 1.

```
;Zakazka: Zameranie a vyhotovenie dokumentácie skutočného stavu objektu Lokakita: Banské
;Datum: 2.7- 4.7.2018
;Prístroj: Totálná stanica Trimble M3-2" v.č. D036272
;Hranol: trojpodstavcová súprava SECO(Trimble)-nastavená súčtová konštanta PSM=-30 mm, hranoly na statíve
;Pocasio: slnečno, mierny vietor Teplota: 25-30 °C, Tlak: 982 hPa
;mierkový koeficient: nastavený m=1,0000
;pomocné meračské stanoviská číslo 4001-4019
;podrobné body číslo 1-578
9999
999999999
100001
1
3
0
2
1 4002 1.515 *STN
4001 81.158 1.500 0.00000 101.24342 *OR
4003 60.141 1.480 126.06809 100.38779 *OR
-1
1 17.964 1.52 7.01609 100.86431 *PL S
2 18.003 1.52 5.49008 101.13966 *OP S
3 18.202 1.52 3.1028 101.16989 *KA S
4 18.194 1.52 2.4878 101.17166 *KB S
5 18.201 1.52 0.64499 101.07288 *CEA S
6 19.282 1.52 383.66731 100.40671 *CEB S
7 15.941 1.52 7.0794 100.90532 *PL
8 15.976 1.52 5.59252 101.02647 *OP VS S
9 10.778 1.52 7.12366 100.92861 *VS OP S
10 10.879 1.52 9.20689 101.22313 *PL S
11 10.831 1.52 2.36984 100.99354 *KA
12 10.833 1.52 1.37915 100.99333 *KB
13 10.873 1.52 398.38111 100.86474 *CEA
14 12.144 1.52 370.76865 99.73349 *CEB
15 7.167 1.52 341.23736 98.69842 *CEB
16 2.817 1.52 385.33137 99.857 *CEA
17 2.625 1.52 396.27069 100.40673 *KB
```

Obr. 3.7 Ukážka zápisníka z merania

V teréne neboli vedené meračské náčrty, ale bolo využité systému kódovania. Boli definované líniové a bodové kódy. Bodové kódy umiestňujú na merané body mapové značky. Líniové kódy spájajú po sebe idúce body s rovnakým kódom a vytvárajú líniovú kresbu. V súvislosti s líniovými kódmi sa pracuje s riadiacimi kódmi vis Tab 3.5. [10]

Riadiace kódy	Význam
S	začína novú líniu a ukončuje líniu predchádzajúcu s rovnakým kódom
U	uzatvorí líniu na počiatočnom bode línie s rovnakým kódom
O	dopočíta štvrtý bod obdĺžnika k predchádzajúcim 3-om bodom s rovnakým kódom a uzatvorí
ZO	začiatok oblúka
KO	koniec oblúka

Tab. 3.5 Riadiace kódy

Použité meračské kódy boli prispôsobené meraným prvkom a bolo pomocou nich možné definovať obvody budov, spevnené plochy, terénne hrany, oplotenie a ďalšie bodové a líniové prvky. Ak je potrebné začať viac línií s rovnakým kódom, vtedy ich odlíšime písmenami abecedy vis Tab. 3.6.

Kód	Význam
BZ, BZA, BZB	budova
VS, VSA	vstup
PL, PLA, PLB	plot kovový
PLZ, PLZA, PLZB	plot betónový
CE, CEA, CEB	cesty, chodníky, schody
LA	lampa
SAK	šachta kanalizačná

Tab. 3.6 Ukážka použitých kódov

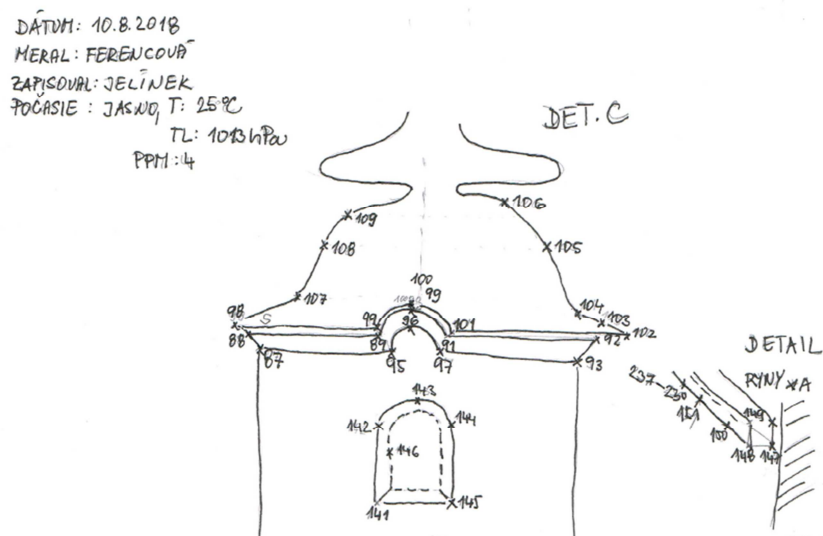
Z dôvodu overenia presnosti podľa ČSN 01 3410 boli merané kontrolné omerné miery na priamych spojniciach. Súradnice X,Y niektoré bodov na objekte boli zamerané nezávisle z 2 rôznych stanovísk.

Podrobné meranie objektu

Predmetom merania bol interiér a exteriér stavby. U historických stavieb sa predpokladá nepravidelnosť a nepravouhlosť. Cieľom bolo zachytiť všetky zvislé a vodorovné prvky stavby.

Dĺžky na podrobné body sme merali s využitím pasívneho odrazu. Nepriaznivým výsledkom pasívneho odrazu sú fiktívne odrazy. Tento jav bol eliminovaný uhlovým odsadením (dotáčaním).

Interiér sa skladá z prvého nadzemného podlažia a z druhého nadzemného podlažia, ktoré zasahuje do tretiny prvého podlažia. Hlavné stropné konštrukcie tvorili prevažne klenby. Súčasťou stavby je aj točité schodisko, ktoré prepojuje prvé podlažie s druhým podlažím. Zamerali sa jednotlivé výstupky, výklenky a otvory (okien, dverí). Pri meraní boli vedené meračské náčrty. Do meračských náčrtov sa zapisovali špecifikácie okien a dverí. Dôležité boli výškové úrovne podláh, stupňov a svetlých výšok.



Obr. 3.8 Ukážka náčrtu z terénu

Číslovanie podrobných bodov objektu bolo číslované v novej číselnej rade. Na základe číslovania boli rozlíšené body interiéru a exteriéru stavby. Podrobné body exteriéru boli číslované od 1001 a interiéru od čísla 2001.



Obr. 3.9 Interiér chrámu [autor]

3.4 Spracovanie nameraných dát

Po zbere dát v teréne bolo potrebné spracovať všetky namerané údaje, vyhodnotiť a interpretovať dosiahnuté výsledky. Výpočtové práce spočívali v určení súradníc v miestnom súradnicovom systéme, transformácia do záväzného systému S-JTSK a následne výpočet podrobných bodov.

Na výpočty boli použité softvéry G-net a Groma v.11. Merané hodnoty boli opravené o hodnotu kartografického skreslenia pre dané územie. Veľkosť kartografických redukcií dosahovala hodnoty $-12 \text{ mm} / 100 \text{ m}$ (*terén* \rightarrow *S JTSK*). Pri výpočtoch sa pracovalo s výškami určenými pri technickej nivelácii.

3.4.1 Výpočet meračskej siete a zhodnotenie dosiahnutej presnosti

Prvotne boli určené súradnice 2 známych bodov 4002 a 4003. Výpočty prebiehali v miestnom súradnicovom systéme. Počiatok miestneho systému sa vložil do bodu 4003. Orientácia súradnicovej osi X bola vložená do najdlhšej meranej strany medzi bodmi 4002 a 4003.

Pevné body			
č.b	Y[m]	X[m]	Z[m]
4002	500,000	1060,132	330,544
4003	500,000	1000,000	330,206

Tab. 3.7 Definovanie miestneho systému

Výpočet bodov vonkajšieho polygónu prebiehal v softvéry G-net. Následne bolo prevedené polohové a výškové vyrovnanie, metódou najmenších štvorcov. Bod 4003 mal fixované súradnice a bod 4002 mal súradnicu X nastavenú ako voľnú. Vyrovnané súradnice a charakteristiky presnosti vis Tab. 3.8 a Tab. 3.9.

č.b	Vyrovnaný bod [m] a stredné chyby [mm]							
	Y	X	Z	m _y	m _x	m _z	m _p	m _{x,y}
4002	500,000	1060,131	330,544	0,0	2,1	0,0	2,1	1,5

Tab. 3.8 Vyrovnaný bod 4002 a charakteristiky presnosti

Vypočítané body [m]				Vyrovnané body [m]			Stredné chyby [mm]				
č.b	Y	X	Z	Y	X	Z	m _y	m _x	m _z	m _p	m _{x,y}
4004	457,887	967,537	332,150	457,886	967,536	332,151	1,1	1,0	3,2	1,5	1,1
4005	521,303	959,813	333,413	521,304	959,812	333,412	0,8	1,1	3,2	1,4	1,0
4007	458,506	942,074	337,337	458,505	942,074	337,339	1,3	1,5	4,1	2	1,4
4008	454,662	912,703	338,534	454,661	912,704	338,537	1,6	1,7	4,1	2,3	1,6
4009	504,944	933,281	336,655	504,944	933,281	336,656	1,3	1,4	4,1	1,9	1,3

Tab. 3.9 Vyrovnané body a charakteristiky presnosti vypočítaných bodov

Z vypočítaných charakteristík presnosti bola stanovená priemerná stredná chyba výšky $m_z = 3,8$ mm a priemerná stredná súradnicová chyba $m_{x,y} = 1,3$ mm, ktoré nám poukazujú na vnútornú presnosť vonkajšej siete.

Ďalším postupom výpočtu bolo určenie súradníc polygónu, ktorý prechádzal objektom a bol napojený na body 4008 a 4005 vonkajšej siete. Medzná polohová hodnota (3.4) bola stanovená na základe výpočtu relatívnej strednej súradnicovej chyby (3.2) koncového bodu voľného polygónového ťahu. Vzorec (3.3) nám určuje vzťah medzi strednou súradnicovou chybou a strednou polohovou chybou. [11]

$$m_{x,y}^2 = \frac{1}{2} \left[m_s^2 * (n-1) + m_\omega^2 * \sum_{i=1}^{n-1} s_{i,n}^2 \right] \quad (3.2)$$

$$m_{x,y}^2 = \frac{1}{2} * (m_x^2 + m_y^2) = 0,5 * m_p^2 \quad (3.3)$$

$$\delta_p = m_p * t, t = 2 \quad (3.4)$$

Dosiahnutá hodnota polohovej odchýlky	Medzná polohová odchýlka
$m_p = 5$ mm	$\delta_p = 10,12$ mm

Tab. 3.10 Porovnanie odchýlky na pripojovacom bode objektovej siete

Súradnice bolo potrebné pretransformovať zhodnostnou transformáciou do systému S-JTSK. Bolo využitých 5 identických bodov, na základe ktorých bol určený transformačný kľúč. Výsledné súradnice sú uvedené v Tab. 3.12.

IDENTICKÉ BODY					
S-JTSK			MS		
č.b	Y[m]	X[m]	č.b	Y[m]	X[m]
4002	239121,570	1228530,211	4002	500,000	1060,131
4004	239059,647	1228449,478	4004	457,886	967,536
4005	239119,702	1228427,667	4005	521,304	959,812
4008	239044,126	1228396,759	4008	454,661	912,704
4001	239201,368	1228544,881	4001	574,425	1092,432

stredná chyba transformačného kľúča			$m_0 = 0,012 \text{ m}$		
--	--	--	-------------------------	--	--

Tab. 3.11 Identické body a stredná chyba transformačného kľúča

Transformované body				
č.b	S-JTSK		MS	
	Y[m]	X[m]	Y[m]	X[m]
4003	239108,003	1228471,611	500,000	1000,000
4006	239081,700	1228426,738	484,494	950,351
4007	239054,514	1228424,535	458,505	942,074
4009	239097,774	1228405,496	504,944	933,281
4011	239060,868	1228397,240	470,851	916,915
4013	239062,374	1228406,604	470,206	926,377
4015	239060,264	1228412,726	466,770	931,866
4016	239064,845	1228414,611	470,808	934,735
4017	239079,201	1228417,402	484,165	940,692

Tab. 3.12 Výsledné transformované body

Ostatné body pomocnej meračskej siete boli vypočítané spolu s podrobnými bodmi vis Tab. 3.13. a grafické znázornenie je Prílohou č.1.

Zoznam súradníc a výšok			
číslo bodu	Y [m]	X [m]	Z [m]
4001	239201,368	1228544,881	329,01
4002	239121,570	1228530,211	330,58
4003	239108,003	1228471,611	330,21
4004	239059,647	1228449,478	332,19
4005	239119,702	1228427,667	333,45
4006	239081,700	1228426,738	337,07
4007	239054,514	1228424,535	337,34
4008	239044,126	1228396,759	338,57
4009	239097,774	1228405,496	336,66
4011	239060,868	1228397,240	338,37
4012	239058,147	1228405,706	337,63
4013	239062,374	1228406,604	337,62
4014	239056,428	1228413,067	337,62
4015	239060,264	1228412,726	337,28
4016	239064,845	1228414,611	337,27
4017	239079,201	1228417,402	337,27
4018	239079,277	1228417,612	340,14
4019	239072,977	1228416,292	339,97
4020	239077,063	1228419,058	337,27
4023	239068,103	1228397,253	338,12

Tab. 3.13 Body meračskej siete v systéme S-JTSK a Bpv

3.4.2 Výpočet podrobných bodov a zhodnotenie dosiahnutej presnosti

Podrobné body situácie

Podrobné body situácie boli vypočítané v softvéri Groma v.11. Zápisníky boli načítané do programu vo formáte MAPA2. Na merané dĺžky boli aplikované matematické redukcie zobrazenia. Následne prebehol výpočet.

Zhodnotenie dosiahnutej presnosti

Pre kontrolu presnosti vytvorenia mapy bola použitá ČSN 01 3410 Mapy veľkých mierok. V zadání nebola stanovená požadovaná trieda presnosti, preto boli výsledky testované pre 1. trieda, 2. trieda a 3. trieda presnosti. Kontrola spočívala v overení priamych spojnic dvakrát určených dĺžok a testovaní polohových odchýlok 2 krát určených bodov.

TRIEDY PRESNOSTI			
	$u_{x,y}$	u_H	u_v
1	0,04	0,03	0,30
2	0,08	0,07	0,40
3	0,14	0,12	0,50
4	0,26	0,18	0,80
5	0,50	0,35	1,50

Tab. 3.14 Triedy presnosti podľa ČSN 01 3410 [12]

- **Overenie dĺžok priamych spojnic podrobných bodov**

$$\Delta d = d_m - d_k \quad (3.5)$$

Presnosť sa pokladá za vyhovujúcu ak sú splnené podmienky:

$$\text{I.} \quad [\Delta d] \leq 2 * u_d * k \quad (3.6)$$

$$\text{II.} \quad [\Delta d] \leq u_d * k \quad (3.7)$$

$$u_d = 1.5 * \frac{(d + 12)}{(d + 20)} * u_{x,y} \quad (3.8)$$

Testovaných bolo 20 priamych spojnic. Prvé kritérium splnili všetky testované body, druhé kritérium splnilo 19 bodov. Je splnených viac ako 60 %, preto podrobné body odpovedajú 1. triede presnosti viz Príloha č. 2.1. Keďže podrobné body spĺňajú najvyššiu triedu presnosti, vyhovujú aj ostatným triedam.

- **Testovanie presnosti súradníc X,Y podrobných bodov situácie**

$$\Delta x = x_m - x_k \quad (3.7)$$

$$\Delta y = y_m - y_k \quad (3.8)$$

$$\Delta p = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (3.9)$$

Presnosť sa pokladá za vyhovujúcu ak je splnená podmienka:

$$\Delta p \leq 1,7 * u_{x,y} \quad (3.10)$$

Testovaných bolo 9 bodov a súradnice boli určené nezávisle z rôznych stanovísk. Otestovaných 9 bodov svojimi výsledkami odpovedá 1. triede presnosti, a taktiež aj ostatným nižším triedam presnosti. Výsledky sú súčasťou Prílohy č. 2.2.

Podrobné body objektu

Podrobné body objektu, boli taktiež vypočítané v softvéri Groma v.11. Zápisníky boli načítané vo formáte MAPA2 a boli zavedené matematické korekcie zobrazenia.

Zhodnotenie dosiahnutej presnosti

Kontrola presnosti spočívala v porovnaní dĺžok výpočítaných zo súradníc a kontrolne zameraných v teréne. Porovnávaných bolo 90 dĺžok, ktoré reprezentujú hlavné rozmery miestností, stien a výklenkov. Z vypočítaných rozdielov bola stanovená výsledná stredná chyba podľa vzorca (3.11), ktorá reprezentuje vnútornú presnosť merania $m = 1,8$ cm. Maximálny zistený rozdiel dosiahol hodnotu 5,6 cm viz Príloha č. 2.3.

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_s - d_m)^2}{n}} \quad (3.11)$$

3.4.3 Dátový model

Dátový model je dôležitou časťou digitálnej kresby. Služi k orientácii v štruktúre výkresu a uľahčuje prácu pri ďalších nadväzujúcich činnostiach. Boli vytvorené dva dátové modely. Dátový model situácie vychádzal z ČSN 01 3411. Ukážka viz Tab. 3.15, celý dátový model viz Príloha č. 3. Druhý dátový model bol vytvorený pre výkresovú dokumentáciu objektu viz Tab. 3.16 a odpovedá ČSN 01 3428, ČSN 01 3432, ČSN 73 0101.

Obsah	Vrstva	Farba	Síla	Štýl	Font	Šírka [mm]	Výška[mm]	Poznámky
1. Body a výškové kóty								
Body (elementy)	1	5	4	0				vypnuté pre tlač
Podrobné body - čísla	2	0	0	0	159	1	0,9	vypnuté pre tlač
Kódy	4	1	0	0	159	0,6	0,6	vypnuté pre tlač
Podrobné body - výškové kóty	3	70	0	0	158	1,6	1,4	
Podrobné body - výškové kóty (netlač)	6	70	0	0	158	1,6	1,4	vypnuté pre tlač
Podrobné výškové body (terén) - značky	5	70	0	0				
Body bodových polí a pomocné meračské body - čísla	7	0	0	0	158	1,9	1,9	
Body bodových polí a pomocné meračské body - výšky	7	70	0	0	158	1,9	1,9	
Body bodových polí a pomocné meračské body - značky	8	0	0	0				
Výšky 1. nadzemného podlažia - značky	9	0	0	0				
Výšky 1. nadzemného podlažia - výšky	10	0	0	0	158	1,6	1,4	
2. Stavebné objekty a iné objekty								
Stavebné objekty - línie	11	0	3	0				
Stavebné objekty - značky	12	0	0	0				
Vstupy do objektov a na pozemky	13	80	4	4.23				
3. komunikácie, ploty, hranice, ostatné ...								
Cesty, chodníky, schody, zpevnené plochy, ...	15	0	0	0				
Hranice kultúr	16	146	0	1				

Tab. 3.15 Ukážka dátového modelu výkresu situácie

Obsah	Vrstva	Farba	Síla	Štýl	Font	Šírka [mm]	Výška [mm]
Obrys konštrukcie v reze	11	0	3	0			
Konštrukcia pod rovinou rezu	12	0	1	0			
Dvere	13	6	1	0			
Popis dverí	14	6	0	0	Arial	1,6	1,6
Okná	16	6	1	0			
Popis okien	17	0	0	0	Arial	1,6	1,6
Vyznačenie a popis rezu	21	3	3	4/0	Arial	4	4
Konštrukcie nad rovinou rezu	22	0	1	6			
Klenby nad rovinou rezu	24	11	1	4			
Ostatné prvky	26	0	0	0	Arial	1,5	1,3
Popis miestností	33	0	0		Arial	2	2
Výškové kóty (absolútne, relatívne)	60	118/5	0		Arial	1,5	1,3
Kóty, kótovacie vynášacie čiary	61	160	1	0	Arial	1,5	1,3
Mapový rám	62	0	0	0			
Popisová tabuľka, severka	63	0	1/3	0	159		

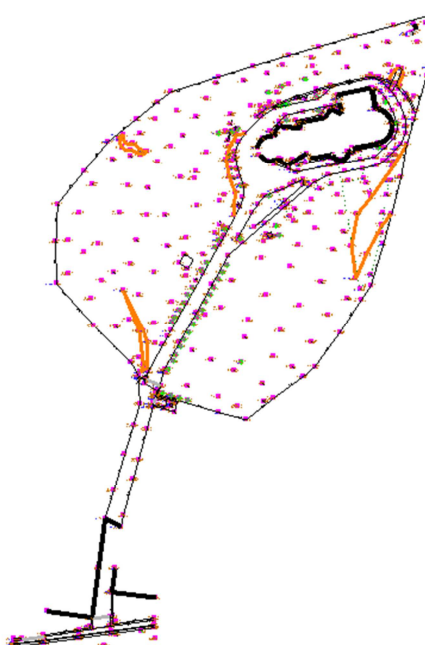
Tab. 3.16 Dátový model výkresovej dokumentácie

3.4.4 Vyhotovenie situácie

Pre vyhotovenie výkresu situácie bol zvolený program Geostore V6. Detailné postupy prevedia, nie sú súčasťou diplomovej práce, pretože k softvéru je vypracovaných niekoľko manuálov, podľa ktorých sa postupovalo.

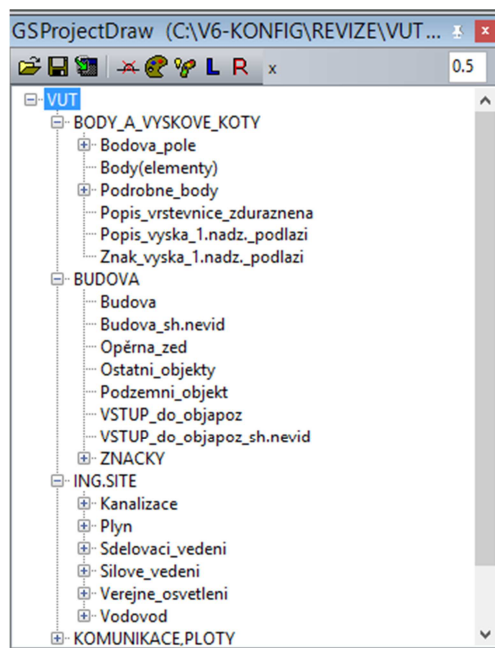
Tento softvér obsahuje 4 moduly, špecializujúce sa na rôzne oblasti geodézie. [13] V tejto diplomovej práci sa pracovalo s modulom inžinierska geodézia (IG) a modulom 3D. Najprv bol využitý modul IG. Na tvorbu trojuholníkovej siete TIN a vrstevníc bol aplikovaný modul 3D.

Výkres situácie bol vyhotovený v mierke 1:250. Prvým krokom bol import meraných bodov, výšok a kresby na základe preddefinovaných kódov, ukážka použitých kódov vis kapitola **3.3.4 Podrobné meranie**. Po načítaní kresby bolo potrebné niektoré kódy editovať a znova previesť import vis Obr. 3.10.



Obr. 3.10 Ukážka situácie po importe[autor]

Ďalej bola kresba upravená a doplnená o technické šrafy, popisy povrchov, budou, značky kultúr a ďalšie poznámky. Atribúty všetkých prvkov mapy boli nastavené v aplikácii GSProjectDraw. Táto aplikácia slúži pre nastavenie atribútov podľa požiadaviek spracovateľa a pre ich automatický výber vis Obr. 3.11.[10] Nastavenie prvkov v aplikácii GSProjectDraw odpovedá ČSN 01 3411.



Obr. 3.11 Prednastavené atribúty v aplikácii GSProjectDraw[autor]

Výškopis je reprezentovaný výškovými kótami, vstevnicami a technickými šrafami. Vrstevnice boli vyhotovené v module 3D. Najprv bola z meraných bodov vygenerovaná trojuholníková sieť TIN. Trojuholníky tejto siete boli editované, aby čo najlepšie vystihovali priebeh terénu v lokalite. Niektoré výškové kóty na prvkoch mapy, ako napríklad stromy, zvýšené šachty a ďalšie boli pre tvorbu TIN vyradané. Na základe modelu TIN boli vygenerované vrstevnice. Pred vygenerovaním vstevníc bol nastavený interval základných vrstevníc 1 m a interval zdôraznených 5 m. Program automaticky interpoluje medzi bodmi v trojuholníku, ktoré sú spojené hranami. Geostore V6 pracuje vo formáte wkb, z ktorého je možné exportovať do formátov .shp, .dgn, .dwg/dxf, .kml. [14]

Program umožňuje pripojenie wms služieb. Pri práci bolo využité pripojenie katastrálnej mapy a ortofoto mapy. Odkazy boli získané zo stránky www.geoportal.sk.



Obr. 3.12 Ukážka pripojenia wms služieb[autor]

Súčasťou digitálnej kresby je topologická a atribútová kontrola. Pre kontroly bola využitá aplikácia Revize. Topologická kontrola, zahrňovala kontrolu duplicitných prvkov, voľných koncov, kríženie línií. Následne atribútová kontrola podľa nastaveného dátového modelu.

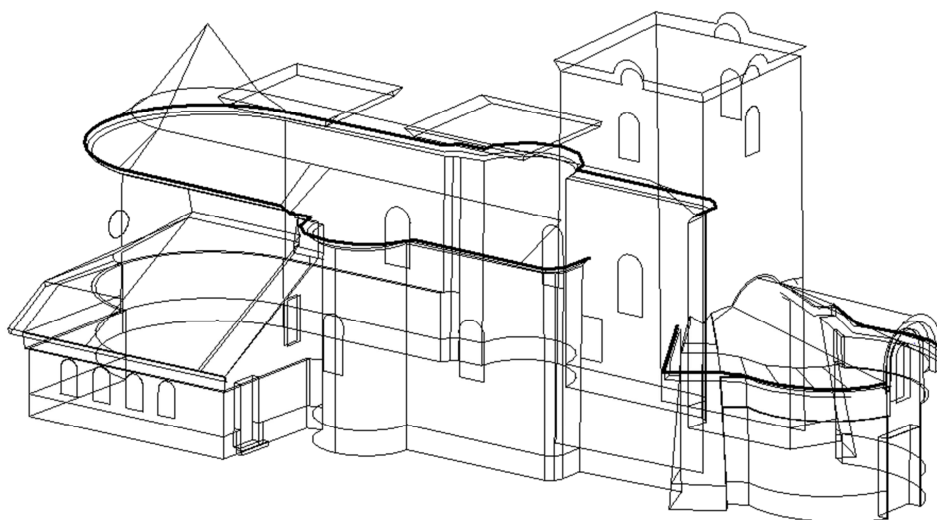
V poslednom kroku prebehla konečná úprava situácie, natočenie výškových kôt, doplnenie priesečníkov súradnicovej siete a ich popis a ďalšie formálne náležitosti výkresu.

Pre účely tlače bol výkres exportovaný do formátu .dgn, ktorý umožňuje tlač do štrukturovaného (vrstevnatého) .pdf.

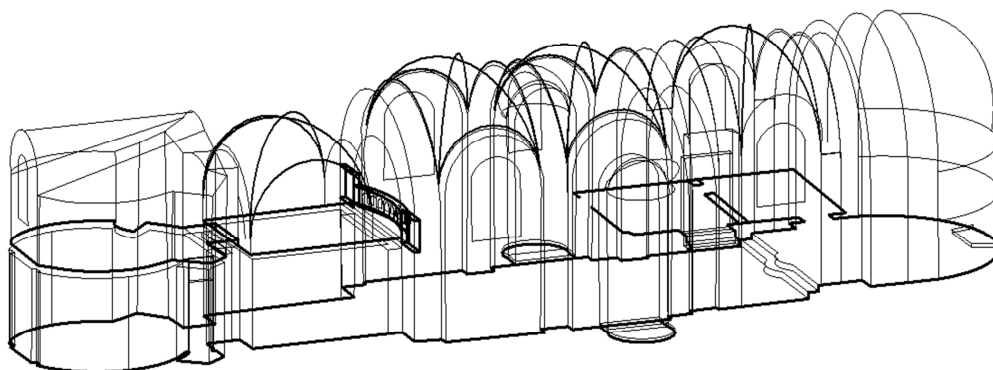
3.4.5 Vyhotovenie 3D modelu objektu

Za účelom vyhotovenia 3D modelu bol vybraný program MicroStation V8i, predovšetkým pre jeho dostupnosť a tiež na základe predchádzajúcich skúseností.

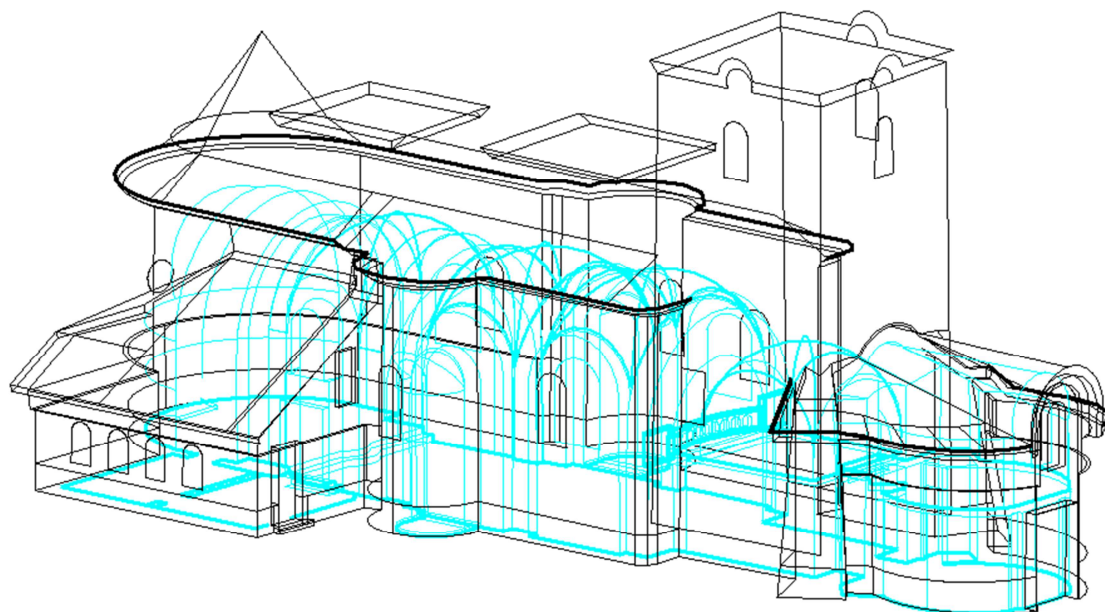
V prostredí MicroStation boli založené dva nové výkresy, pre odlíšenie kresby na šablónu 3D zakladacieho výkresu. Do výkresov boli importované body s využitím nadstavby Groma. Na základe náčrtov urobených v teréne bol vytvorený drôtový model vis Obr. 3.13, Obr. 3.14, Obr. 3.15.



Obr. 3.13 Drôtový model exteriér[autor]



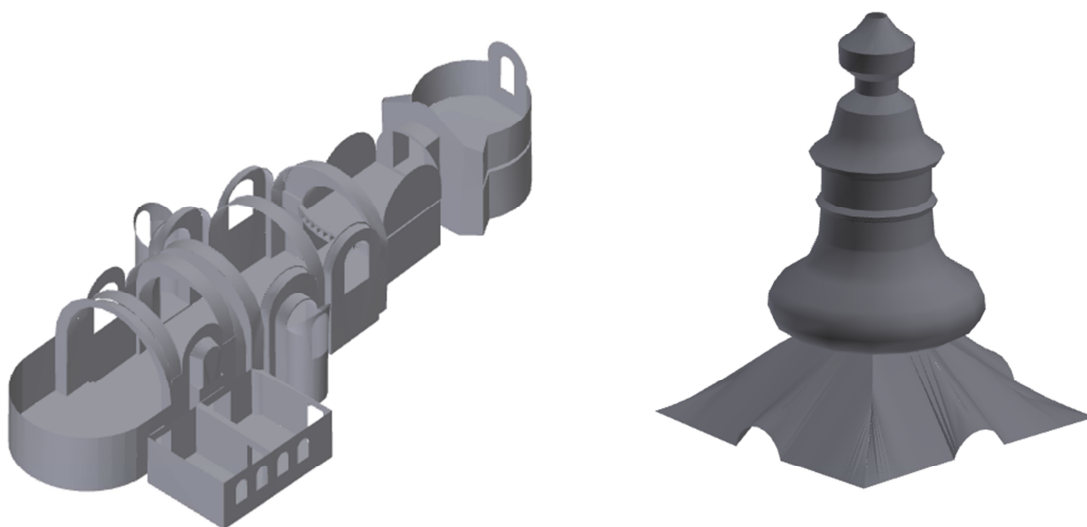
Obr. 3.14 Drôtový model interiér[autor]



Obr. 3.15 Drôtový model objektu [autor]

Pre vytvorenie takého drôtového modelu je nevyhnutné pracovať s pohľadmi. V programe sú priamo preddefinované kolmé pohľady, ktoré určujú v ktorej rovine práve kreslíme. Ak nastavíme horný podľad kreslíme v rovine x a y , ak máme zadný, tak x a z . Používanie pohľadov je určite výhodou pre lepšiu orientáciu v 3D priestore.

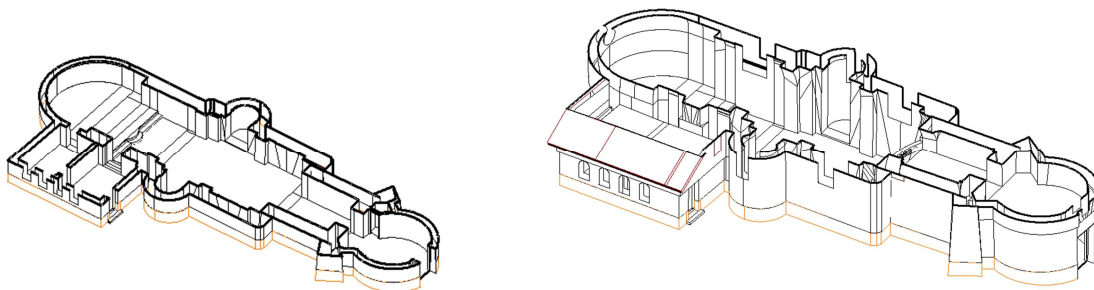
Ďalším krokom bolo modelovanie objektu, s využitím plôch. Plochy boli modelované na základe dvoch postupov. Najčastejším spôsobom bolo určenie 4 bodov alebo definovanie hrán, ktoré majú vytvoriť plochu. U takýchto stavieb môžeme očakávať nepravidelné tvary, ktoré sú nepravouhly a to spôsobovalo komplikácie pri modelovaní. Pri určení 4 a viac hrán, program už nedokázal vytvoriť plochu. V závere boli jednotlivým plochám pridané farby, ktoré sa najviac podobajú realite.



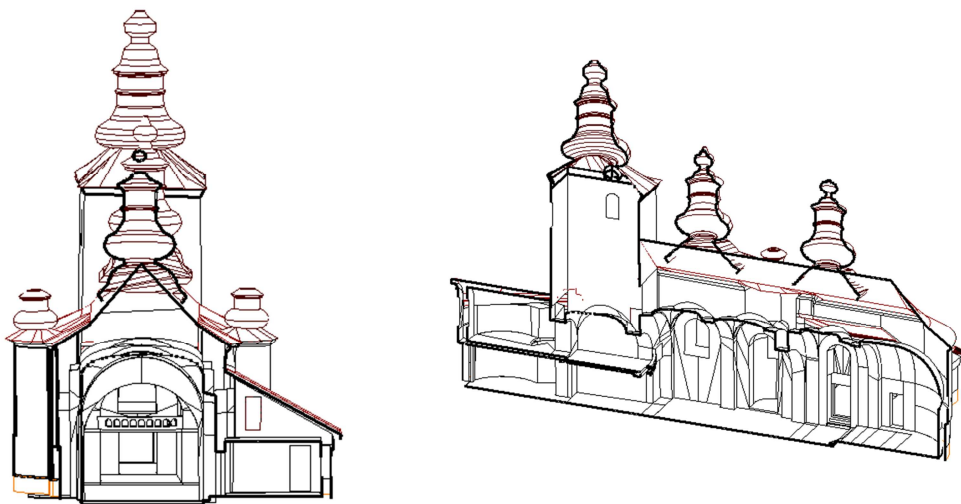
Obr. 3.16 Ukážka modelu interiéru a kopuly na hlavnej veži [autor]

3.4.6 Vyhodenie výkresovej dokumentácie

Na vyhotovenie výkresovej dokumentácie bol využitý vytvorený 3D model. Definovaným rezovej roviny v akomkoľvek požadovanom mieste boli vytvorené 2D výstupy viz Obr. 3.17, 3.18.

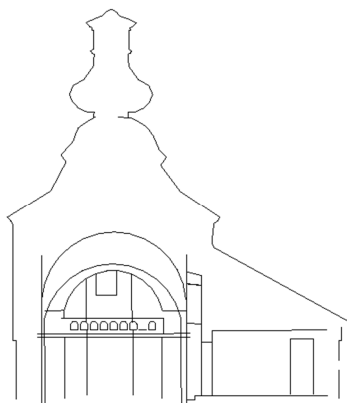


Obr. 3.17 Rez objektom vedený 1m od podlahy (vpravo) 4 m od podlahy (vľavo) [autor]



Obr. 3.18 Priečny rez (vpravo) pozdĺžny rez (vpravo) [autor]

Výsledkom je čiarová kresba, ktorá kopíruje tvar v mieste rezu. Má to aj svoje nevýhody, pretože v niektorých miestach je čiara prerušená, z dôvodu neprerezania plochy a taktiež sa nejedná o symetrický model.



Obr. 3.19 Čiarová kresba v mieste priečneho rezu [autor]

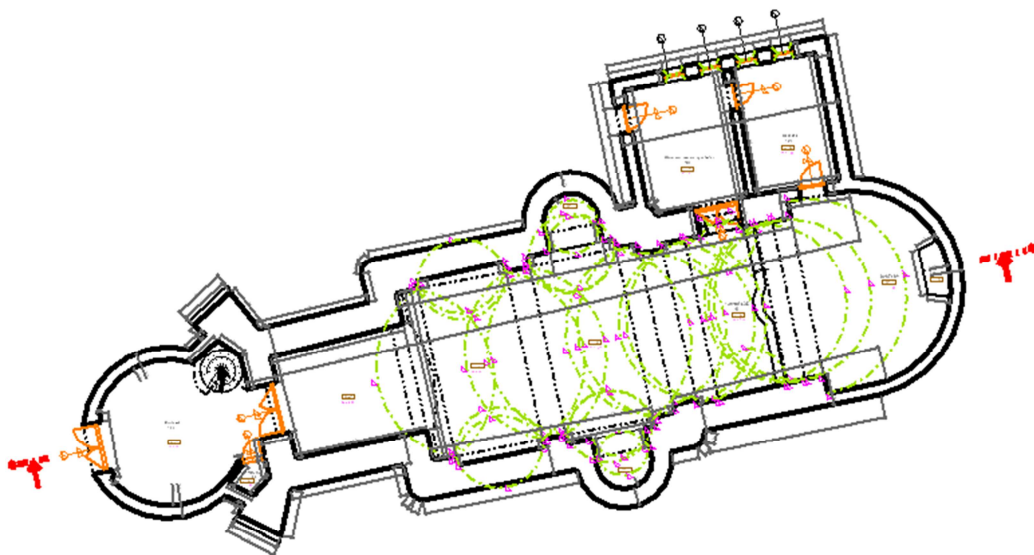
Výkresová dokumentácia pozostáva zo súboru pôdorysov, rezov a pohľadov. Celkovo bolo vytvorených 8 výkresov (2 pôdorysy, 2 zvislé rezy a 4 pohľady). Pôdorysy a zvislé rezy boli vytvorené v mierke 1:50 a pohľady v mierke 1:100.

Podľa Smernice pro zaměřování nemovitých kulturních památek sa u kostolov, sálov volí viac vodorovných rezových rovín. [15] Pôdorysné rezy boli vedené v 2 výškových úrovniach z dôvodu zdokumentovania všetkých prvkov stavby. Pôdorysný rez prvého nadzemného podlažia bol vedený vo výške 1,5 m od podlahy. Druhý rez bol vedený vo výške 1,3 od podlahy druhého nadzemného podlažia. Výkresy boli doplnené o ďalšie náležitosti, ktorými sú výškové kóty, názvy miestností, špecifikácia dverí a okien a pod.

Ďalším grafickým výstupom boli zvislé rezy stavebných konštrukcií. Roviny zvislých rezov boli volené tak, aby zachytili všetky konštrukcie a dôležité časti vo vzájomných výškových vzťahoch. Pri takom objekte sa nám ponúkal viesť pozdĺžny rez priamo celým objektom. Priečny rez bol volený v takom mieste, ktoré nebolo dostatočne výškovo zachytené. Smery rezových rovín sú vyznačené v pôdorysných rezoch. Strešné konštrukcie, priestory veže a priestor nad sakrestiou neboli predmetom zamerania. Výkresy sa doplnili o výškové kóty a ďalšie náležitosti výkresu.

Súčasťou výkresovej dokumentácie je súbor pohľadov. K vyhotoveniu bol využitý vytvorený model, ktorý bol doplnený o výškové kóty.

Výkresová dokumentácia bola vyhotovená na základe Smernice pro zaměřování nemovitých kulturních památek a podľa poskytnutých ČSN 01 3428, ČSN 01 3432, ČSN 73 0101. V roku 2004 vyšla nová ČSN 01 3420, ktorá nahrádza predchádzajúce normy, pri vyhotovení výkresovej dokumentácie sa postupovalo podľa doporučených noriem.



Obr. 3.20 Ukážka pôdorysu [autor]

4. Zhodnotenie

Túto kapitolu by som venovala celkovému zhodnoteniu použitých metód, softvérov, postupov a využiteľnosti výstupov.

Diplomová práca bola zameraná na komplexnú výkresovú dokumentáciu. Výstupmi sú výkresy situácie s prilahlým okolím a výkresy stavebnej dokumentácie objektu.

Ako hlavná meračská metóda bola zvolená polárna metóda so súčasťou určením výšok trigonometricky. Zameranie stavebného objektu touto metódou vykazuje značnú časovú náročnosť. Vhodnejšou metódou s ohľadom na čas by bola metóda laserového skenovania. Napriek časovej náročnosti bola zvolená polárna metóda, z dôvodu prístupnosti prístrojového a softvérového vybavenia a dobrej znalosti tejto metódy.

Výkres situácie bol spracovaný v programe Geostore V6. Dôvodom pre voľbu tohto programu bola možnosť komplexného vyhotovenia polohopisných a výškopisných prvkov situácie. Program ponúka vysokú mieru automatizácie pri využití prednastavených meračských kódov. Umožňuje export do iných formátov, čím je zaistená využiteľnosť spracovaných výstupov. Vďaka možnosti priradzovania popisných atribútov jednotlivým prvkom a následným prepojením s databázou, sú dáta pripravené pre publikáciu v ďalších geografických informačných systémoch. Zameranie skutočného stavu je možné ďalej využiť pre porovnanie so stavom evidovaným v katastri nehnuteľností a pre navádzajúcu geodetickú a projektovú činnosť.

Najnáročnejším krokom v procese práce bola tvorba 3D modelu, ktorý bol kľúčový prvok k vytvoreniu stavebnej výkresovej dokumentácie. Pri modelovaní sa vyskytli komplikácie. Keďže sa jednalo o skutočné zameranie, boli zachované vzťahy medzi konštrukčnými prvkami, nekolmost' a nezávislosť stien. Tieto skutočnosti mali vplyv na modelovanie. Jednotlivé konštrukčné prvky nemohli byť vymodelované ako telesá, ale museli byť nahradené plochami alebo sieťami, ktoré umožňujú aproximáciu skutočného tvaru. Nutnosť vyhotoviť 3D model z plôch vylučuje niektoré softvéry, ktoré neumožňujú vytvoriť rez takým objektom napr. Autocad. Z testovaných programov vyhovujú týmto požiadavkám napr. programy MicroStation V8i a Rhinoceros.

Na základe 3D modelu boli uľahčené 2D výstupy. Výhodou je lepšia priestorová predstavivosť o danom objekte. V modeli môžeme priamo zistiť všetky rozmery a výškové pomery, čím sa predchádza nekorektnosti kót vo výkresoch. Model je ďalej využiteľný pre prípadnú projekčnú činnosť v 3D. Tvorba 3D modelu má rozhodne prínos už aj kvôli nastupujúcemu informačnému modelu budovy BIM.

5. Záver

Cieľom diplomovej práce bolo vyhotovenie stavebnej výkresovej dokumentácie. Predmetom záujmu bol historický objekt, chrám sv. Petra a Pavla v obci Banské, ktorý sa nachádza v Slovenskej republike.

Najprv bola vybudovaná pomocná meračská sieť. Na polohové pripojenie bola použitá družicová metóda GNSS s využitím Slovenskej priestorovej observačnej služby a metóda polygónového ťahu. Výškové pripojenie bolo realizované, s využitím technickej nivelácie, na bod Štátnej nivelačnej siete. Pomocná meračská sieť bola tvorená z vonkajšej a objektovej siete. Podrobné body boli zamerané na základe polárnej metódy a trigonometrického určenia výšky.

Výpočet súradníc bodov pomocnej meračskej siete obsahoval niekoľko krokov. Prvotne bola vypočítaná vonkajšia sieť v miestnom súradnicovom systéme. Následne metódou najmenších štvorcov bolo prevedené polohové a výškové vyrovnanie. Pri výpočtoch boli zavedené matematické korekcie. Charakteristikou vnútornej presnosti vonkajšej siete je stredná súradnicová chyba $m_{x,y} = 1,3 \text{ mm}$, ktorá bola stanovená z vyrovnaní. Výpočet bodov objektovej siete bol naviazaný na vyrovnané súradnice vonkajšej siete. Na prevod súradníc z miestneho systému do S-JTSK bola použitá zhodnostná transformácia. Na základe identických bodov bol vypočítaný transformačný kľúč so strednou chybou $m_0 = 0,012 \text{ m}$. Vypočítané súradnice boli použité, pre ďalšie výpočty podrobných bodov.

Na základe vypočítaných podrobných bodov bol vyhotovený výkres situácie okolia, ktorý obsahuje výškopisné a polohopisné prvky. Výsledný produkt bol vytvorený s využitím softvéru Geostore V6. Grafické znázornenie odpovedá ČSN 01 3411. Taktiež bola otestovaná presnosť vyhotovenia situácie podľa ČSN 01 3410, kde určené podrobné body odpovedajú 1. triede presnosti.

Súčasťou práce bola tvorba 3D modelu objektu. Model bol vytvorený z vypočítaných príslušných podrobných bodov. Na základe výpočtu bola stanovená presnosť merania podrobných bodov v objekte, ktorá je daná strednou chybou $m = 1,8 \text{ cm}$.

V závere diplomovej práce bola zhotovená stavebná dokumentácia objektu. Ako podklad slúžil vytvorený 3D model objektu, z ktorého boli vytvorené potrebné 2D výstupy. Stavebná dokumentácia sa skladá z 2 pôdorysných rezov, 2 zvislých rezov a 4 pohľadov. Spracovanie výkresov odpovedá obdržaným normám: Směrnice pro zaměřování nemovitých kulturních památek, ČSN 01 3428, ČSN 01 3432, ČSN 73 0101.

Výsledok diplomovej práce, bude poskytnutý Gréckokatolíckej farnosti v Banskom, ktorý posluží pre prípadnú rekonštrukciu chrámu.

Zoznam použitých zdrojov

- [1] Geodetické základy. *Www.geoportal.sk* [online]. 2015, 2.1.2015 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.geoportal.sk/sk/geodeticke-zaklady/>
- [2] Geodetické systémy a transformácie. *Www.geoportal.sk* [online]. 2015, 2.1.2015 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.geoportal.sk/sk/geodeticke-zaklady/geodeticke-systemy-transformacie/>
- [3] Slovenská priestorová observačná služba. *Www.geoportal.sk* [online]. 2015, 2.1.2015 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.geoportal.sk/sk/ghttps://www.geoportal.sk/sk/geodeticke-zaklady/skpos/>
- [4] *SMERNICA NA VYKONÁVANIE GEODETICKÝCH MERANÍ PROSTREDNÍCTVOM SLOVENSKEJ PRIESTOROVEJ OBSERVAČNEJ SLUŽBY BRATISLAVA*. BRATISLAVA: Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky, 2016. ISBN 978-80-89831-03-6.
- [5] MARČIŠ, Marián a Marek FRAŠTIA. Fotogrametria ako efektívny pomocník geodeta na príklade zamerania stavebného objektu. *Geodetický a kartografický obzor*. 2018, 64/106(11), 7. ISSN 1805-7446.
- [6] *GEODÉZIE VE STAVEBNICTVÍ A PRŮMYSLU: GEODÉZIE A GEOINFORMACE V INFORMAČNÍM MODELOVÁNÍ STAVEB (BIM)*. Brno: Český svaz geodetů a kartografů o. s., 2017. ISBN 978-80-02-02722-5.
- [7] ERDÉLYI, Ján a Richard HONTI. Využitie výmenných formátov pre informačné modelovanie stavieb. *Slovenský geodet a kartograf*. Bratislava: Komora geodetov a kartografov, 2018, XXIII.(2), 6. ISSN 1335-4019.
- [8] Ihnát, PhDr. Václav, et al.: Dejiny obce Banské. : LOJAN EXCEL PLUS, s.r.o., 2014. 233 s. ISBN 978-80-89508008-14-3
- [9] Mapový klient ZBGIS. *Www.geoportal.sk* [online]. 2.1.2015 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.geoportal.sk/sk/sluzby/aplikacie/mapovy-klient-zbgis/>
- [10] GEOVAP, SPOL. S. R. O. Uživatelská príručka Techline pro GeoStoreV6®.
- [11] ŠVÁBENSKÝ O., VITULA A. - Inženýrská geodézie - návody do cvičení I., VUT v Brně, PC-DIR spol. s r.o., Brno 1993, ISBN 80-214-0499-X
- [12] ČSN 01 3410. *MAPY VELKÝCH MĚŘÍTEK: Základní účelové mapy*. Praha: VYDAVATELSTVÍ NOREM, 1990.
- [13] GEOSTORE V6. *www.cesko3d.cz* [online]. GEOVAP [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.cesko3d.cz/v6/index.html>
- [14] GEOVAP: O nás [online]. GEOVAP, spol., 2018 [cit. 2018-01-26]. Dostupné z: <http://www.geovap.cz/sekce/o-nas/3/>
- [15] *SMĚRNICE PRO ZAMĚŘOVÁNÍ NEMOVITÝCH KULTURNÍCH PAMÁTEK*. Praha: Český úřad geodetický a kartografický, 1976.

Zoznam použitých skratiek

ZBP	Základné bodové pole
ZPBP	Základné polohové bodové pole
ZVBP	Základné výškové bodové pole
ZTBP	Základné tiažové bodové pole
ETRS89	Európsky terestrický referenčný systém 1989
SKPOS	Slovenská priestorová observačná služba
2D	Dvojrozmerný
3D	Trojrozmerný
BIM	Building Information Modelling, Building Information Management
sv.	svätý
Bpv	Balt po vyrovnaní
S-JTSK	Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
GPS	Globálny Polohový Systém
GLONASS	Globálny Navigačný Satelitný Systém

Zoznam obrázkov a tabuliek

Zoznam obrázkov

Obr. 2.1 Digitálny výškový referenčný model verzia 05.2005 [Klobušiak a kol., 2005] ..	12
Obr. 2.2 Sieť referenčných staníc SKPOS [geoportal.sk]	12
Obr. 2.3 Princíp metódy RTN [geoportal.sk]	13
Obr. 2.4 Fotogrametria (FTG) terestrické laserové skenovanie (TLS) [5]	14
Obr. 2.5 Rôzne súčasti BIM modelu[7]	15
Obr. 3.1 Predmet merania [podklad: mapy.cz (vľavo), zbgis.sk (vpravo)]	16
Obr. 3.2 Chrám pred a po rekonštrukcii [autor]	16
Obr. 3.3 Rozmiestnenie priestoru chrámu [autor]	17
Obr. 3.4 Geodetické údaje vľavo K7-537.1 vpravo K7-538.1 [podklad zbgis.sk]	18
Obr. 3.5 Stabilizácia meračským klincom	19
Obr. 3.6 Monitoring kvality sieťového riešenia [podklad:monitoringskpos.gku.sk] ..	21
Obr. 3.7 Ukážka zápisníka z merania	23
Obr. 3.8 Ukážka náčrtu z terénu	24
Obr. 3.9 Interiér chrámu [autor]	25
Obr. 3.10 Ukážka situácie po importe[autor]	31
Obr. 3.11 Prednastavené atribúty v aplikácii GSProjectDraw[autor]	32
Obr. 3.12 Ukážka pripojenia wms služieb[autor]	32
Obr. 3.13 Drôtový model exteriér[autor]	33
Obr. 3.14 Drôtový model interiér[autor]	33
Obr. 3.15 Drôtový model objektu [autor]	34
Obr. 3.16 Ukážka modelu interiéru a kopuly na hlavnej veži [autor]	34
Obr. 3.17 Rez objektom vedený 1m od podlahy (vpravo) 4 m od podlahy (vľavo) [autor]	35
Obr. 3.18 Pričný rez (vpravo) pozdĺžny rez (vpravo) [autor]	35
Obr. 3.19 Čiarová kresba v mieste pričného rezu [autor]	35
Obr. 3.20 Ukážka pôdorysu [autor]	36

Zoznam tabuliek

Tab. 3.1 Technické parametre Trimble M3	18
Tab. 3.2 Porovnanie súradníc z dvojitého merania	21
Tab. 3.3 Overenie výškových bodov	22
Tab. 3.4 Určené výšky bodov v systéme Bpv	22
Tab. 3.5 Riadiace kódy	23
Tab. 3.6 Ukážka použitých kódov	24
Tab. 3.7 Definovanie miestneho systému	25
Tab. 3.8 Vyrovnaný bod 4002 a charakteristiky presnosti	26
Tab. 3.9 Vyrovnané body a charakteristiky presnosti vypočítaných bodov	26
Tab. 3.10 Porovnanie odchýlky na pripojovacom bode objektovej siete	26
Tab. 3.11 Identické body a stredná chyba transformačného kľúča	27
Tab. 3.12 Výsledné transformované body	27
Tab. 3.13 Body meračskej siete v systéme S-JTSK a Bpv	28

Tab. 3.14 Triedy presnosti podľa ČSN 01 3410 [12].....	28
Tab. 3.15 Ukážka dátového modelu výkresu situácie.....	30
Tab. 3.16 Dátový model výkresovej dokumentácie.....	30

Zoznam príloh

1. Prehľadný náčrt meračskej siete
2. Testovanie presnosti podrobných bodov
 - 2.1. Overenie dĺžok priamych spojnic podrobných bodov situácie
 - 2.2. Testovanie súradníc X,Y podrobných bodov situácie
 - 2.3. Kontrola dĺžok priamych spojnic podrobných bodov objektu
3. Dátový model situácie
4. Situácia lokality chrámu sv. Petra a Pavla
5. Výkresová dokumentácia
 - 5.1. Pôdorys 1NP
 - 5.2. Pôdorys 2NP
 - 5.3. Pozdĺžny rez
 - 5.4. Pričný rez
 - 5.5. Severný pohľad
 - 5.6. Južný pohľad
 - 5.7. Východný pohľad
 - 5.8. Západný pohľad
6. Vizualizácia
7. Fotodokumentácia